

МОНИТОРИНГЪТ НА ПОЧВИТЕ В БЪЛГАРИЯ ЕЛЕМЕНТ НА НАЦИОНАЛНАТА АВТОМАТИЗИРАНА СИСТЕМА ЗА ЕКОЛОГИЧЕН МОНИТОРИНГ

Ботьо Захаринов,
Нов български университет, София
Никола В. Колев,
Селскостопанска академия

SOIL MONITORING OF BULGARIA AN ELEMENT OF THE NA- TIONAL AUTOMATIC SYSTEM FOR ECOLOGY MONITORING

Abstract

The Executive environmental agency of the Ministry of Environment and Water is the main organizer of the soil monitoring system as an element of the national automatic system for ecology monitoring of Bulgaria.

Up to now working teams of the Institute of Soil Science "Nikola Poushkarov" and of the Executive environmental agency continue processing of soil data collectin from many "hot points" in the country for establishment of the disturbances of the soils (technogenic alkalization of acid soils, soil heavy metal and metaloid contamination and others) recorded in the national monitoring system. Soil and terrain database, land degradation status and soil vulnerability assessment are the results of the work of the soil experts in the national monitoring network, based on a common European methodology and GIS technology.

Key words: soil, soil properties, monitoring network.

УВОД

В нашата страна за почвен мониторинг се заговори, когато започна изграждането на Националната система за мониторинг на околната среда, което включва въздуха, водите, почвите и растителната покривка. Тогава експертите виждаха ясно контурите на мониторинга на въздуха, водите и биоразнообразието, но не си даваха сметка за трудностите по организацията и средствата, свързани с почвения мониторинг (Захаринов, 1996).

Затова години наред се формираше философията на този труден и специфичен мониторинг, като се използваша двустранни и многостранни сътрудничес-

тва за проучване на опита на Белгия, Франция, Дания, Австрия и други европейски държави (Freudenschus A., 2002; Kolev N. et al, 2006; Frandsen et al., 1998; Shishkov et al., 2007; Arrouays et al., 2008; Huber et al., 2008). Едва след подготовката на методичните условия за осъществяване на почвения мониторинг (Динев и кол., 2003) и изпълнението на българо-белгийски проект за методична помощ при почвения мониторинг (Kolev N. et al., 2006) се оформиха контурите на националния почвен мониторинг като елемент на НАСЕМ.

Почвеният мониторинг като елемент на мониторинга на околната среда е свързан

с геологията, географията на почвите, антропогенната дейност и позволява ранно откриване на неблагоприятни изменения в качествата на почвите. Той осигурява системно наблюдение, което позволява управление на почвените ресурси с цел да се регулират процесите, които водят до замърсяване, деградация или разрушаване на почвената покривка.

ОСНОВАНИЯ ЗА РАЗВИТИЕ НА СИСТЕМАТА ЗА ПОЧВЕН МОНИТОРИНГ В ЕВРОПА И ОРГАНИЗАЦИЯ

Сложният и глобален характер на екологичните проблеми изисква и нов подход при тяхното решаване, материализиран в нова екологична стратегия, която да стане гръбнак на Международна програма за сътрудничество в областта на устойчивото развитие. Що се отнася до почвите, необходимо е европейските държави да отделят средства за внедряване на екологосъобразни технологии, както и за създаването на модели на устойчиво управление на земите, които да обхванат следните по-важни аспекти:

1. Забрана на обществени разходи, които субсидират или насърчават дейности, разрушаващи почвената покривка и угнетяващи почвеното плодородие.

2. Организация за провеждането на актуални почвени изследвания, за които да се насочат средства както от националните бюджети, така и от фирмите, ангажирани с околната среда, със съответни стимули за тях, свързани с данъчни облекчения и др.

3. Преминаване към цялостно преустройство на химизацията на околната среда, свързано с постепенна замяна на пестицидите с биологични средства за борба с плевелите и неприятелите по растителните видове и замяна на антибиотиците с пробиотици (природни продукти).

Към настоящия момент програми за мониторинг на почвите са създадени и работят само в няколко европейски страни, които са насочени главно към

изучаване на деградацията на почвите и към проекти за ремедиация на замърсени почви. Инициативата за създаване на Европейска мрежа за мониторинг на почвите се зароди в Европейското почвено бюро с цел да стимулира отделните страни за развитие на национални мрежи за мониторинг, които да съблюдават общи принципи и да доведат до създаването на Европейска мрежа за почвен мониторинг.

Организацията на почвения мониторинг в страните от Европейския съюз е в различна фаза и отделните страни са започнали работа в различно време. В зависимост от почвените и климатични условия, степента на проучване на почвените и растителни ресурси и националните особености експертите са избрали различни размери на националната мониторингова мрежа.

В Германия системата на мониторинг на замърсените почви или на почвите, които се очаква да бъдат замърсени, е задължителна за отделните провинции.

В Румъния вече функционира Национална система на мониторинг на качеството на почвите, която включва мрежа 16 km X 16 km за страната с представителни участъци, като 670 от тях обслужват земеделски земи и 270 - горски почви. Наблюдава се изменението във времето на шест природни и шест антропогенни фактора, които са съществени за определяне на качеството на почвите (Simota, 2007).

В Австрия по данни на Федералната агенция по околна среда (Freudenschus, 2002) мрежовите клетки са с различни размери за горските и земеделските земи, като за горските екосистеми мрежата е 8,7 km X 8,7 km, докато за земеделските райони е 4 km X 4 km.

В Дания на всички пресечени точки на мрежа 7 km X 7 km са създадени площадки за пробонабиране - 50 m на 50 m, на които 2 пъти в годината и на 4 различни дълбочини се определя съставът на почвите, съдържанието на основните хранителни елементи и съдържанието на

замърсители (Frandsen and Madsen-Breuning, 1998).

Във Франция вече е конфигурирана националната мрежа за почвен мониторинг и за представителност на данните от него са формирани 2100 точки за пробовземане, като са избрани размери на мрежата 16 km X 16 km и петгодишен период между отделните цикли на обследване (Argouays, 2008).

В Англия е приета Национална мониторингова програма, предложена и проектирана от Националния център за изследване на почвите и земята, в съответствие с която е създадена мрежа за промените в околната среда и точките на пробовземане редовно се проучват (Huber et al., 2008; Morvan et al., 2008).

Европейското почвено бюро препоръчва конструиране на Европейска мрежа за мониторинг на почвите, която да стимулира отделните страни за развитие на национални мрежи за мониторинг, които да са решени на базата на принципите, развити в европейския проект ENVASSO (Environmental assessment of soils for monitoring) (Huber et al., 2008).

СЪЩНОСТ НА ПОЧВЕНИЯ МОНИТОРИНГ В БЪЛГАРИЯ

В България за почвен мониторинг в широкия смисъл на думата може да се говори още по времето, когато се провеждаха едромасщабни изследвания на почвите за създаването на почвени карти с различен мащаб от 1: 400 000 до 1:5 000. Оттогава съществува национална мрежа за почвено картиране, която обхваща земеделските и горските екосистеми и анализите от която осигуряваха контрол на замърсяването, както и контрол и оценка на хранителните вещества в почвите за целите на растениевъдството.

Нарасналата опасност от замърсяване и други деградационни процеси на почвената покривка формира активна държавна позиция по почвения мониторинг и от 1998 г. насам Изпълнителната агенция по околна среда към МОСВ провежда системен мониторинг на почвите в

райони с регистрирани от изследванията на Института по почвознание „Никола Пушкар“ замърсявания (горещи точки). Анализите включват оценка на съдържанието в почвите на тежки метали и пестициди, киселяване, засоляване и уплътняване. Резултатите от този мониторинг са включени в годишните доклади на Изпълнителната агенция по околна среда (ИАОС) към Министерството на околната среда и водите.

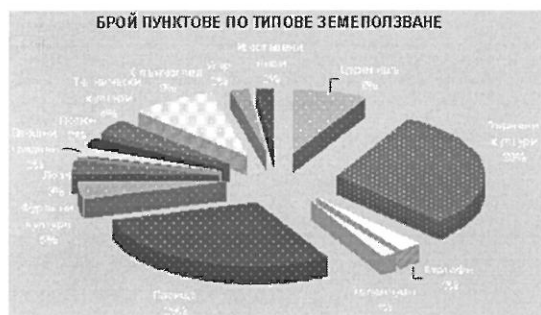
От 2004 г. Министерството на околната среда и водите утвърди и се внедрява Национална система за почвен мониторинг, която се състои от пунктове в мрежа 16 km X 16 km (Динев и др., 2003; Shishkov et al., 2007; Kolev, 2007), както е показано на **фиг. 1**.



Фиг. 1. Схема на националната мрежа за почвен мониторинг (по Динев и кол., 2003).

Участъците за пробонабиране са разположени на пресечните точки на линиите от мрежата 16 km X 16 km или на участъци, кратни на тази мрежа. По този начин могат да се получат повече или по-малко сгъстени мрежи за наблюдаване. Предимства на тази мрежа са географското характеризирание на точките на пробовземане, покритието на цялата страна и възможността за сравнения с проведени по-рано оценки при едромасщабното почвено картиране. По тази мрежа на територията на страната се обособяват 446 точки за мониторинг. Следвайки препоръките на ЕЕА те се номерират от север на юг и от запад на изток, тоест първата точка е разположена на територията на Видинска област, а

последната на територията на област Добрич. Тяхното местоположение отговаря на редица изисквания за статистическа представителност на мрежата като национална: земи за характерно почвено различие и земеползване. Процентното разпределение на мониторинговите пунктове по почвени типове и по използване на земеделските площи е в съответствие с разпределението на основни почвени различия и начини на ползване в национален мащаб. Това се налага за постигане на представителност на точките от мрежата, както и за правилното и точно идентифициране и проследяване на заплахите за почвите на национално ниво (фиг. 2) (Годишен доклад на ИАОС, 2005; Илиева, 2008).



Фиг. 2. Дялово разпределение на мониторинговите точки от националната мрежа (Доклад на ИАОС, 2005).

Точките от мрежата за почвен мониторинг са представителни по отношение на: характерната ландшафтна единица; различните въздействия на замърсяване; начина на използване на земята и които да обезпечат информация за измененията на почвените свойства, а също така степента на замърсяване на почвата в определен отрязък от време.

Приема се мониторингът да се провежда с цикъл 5 или 10 години и по 8 критерия - ерозия, намаление на органичното вещество, намаление на биоразнообразието, химично замърсяване, засоляване, уплътняване, запечатване и свлачища), всеки от които се характеризира еднозначно с минимален брой индикатори (параметри), които се поддават на

количествена инструментална оценка със зададена точност.

Изборът на площадка за пробонабиране трябва да осигури хомогенно почвено покритие, което да бъде характерно за почвите в мрежовия квадрат и да отразява потенциално-възможния тип земеползване. Предложените в различни държави площадки, покриват от 100 m² до 10 000 m². За условията на мониторинга в България е предложено размерът на площадките да бъде 400 m² (20 m X 20 m). Това позволява пробонабиране от три кръга с радиус 5 m и формирането и описанието на почвен профил, което ще даде информация за почвената покривка и за състоянието и разпределението на мониторинговите критерии по почвени слоеве.

От местата за опробване се взема по една смесена проба, съставена от 9 единични, взети от центъра и по периферията на кръг с радиус 5 m). Единичните проби се вземат на стандартни дълбочини от слоевете 0-20 cm и 20-40 cm. Това позволява съпоставянето на резултатите от отделните участъци, като генетичните хоризонти на почвата се игнорират. Единичните проби, взети от едно място за опробване (9 единични проби), се размесват и образуват една смесена проба с маса 1 kg. Приема се, че това количество почва е достатъчно за извършване на всички необходими анализи и определения.

Независимо от възможностите за широк набор от анализи и оценки е приет набор от минимален брой индикатори (параметри), които да могат да получат количествена оценка, да са представителни, анализите за тяхната оценка да са добре известни и общоприети, резултатите от тях да са лесни за интерпретиране и сравними, независимо къде се правят и да са оценени по качество на измерването. Съществуват установени аналитични методи, които осигуряват сравними данни, пряко или чрез трансформационни функции, според които най-важните почвени параметри - pH, органи-

чен въглерод и др., могат да бъдат използвани сравнително в цялата европейска общност.

Контролът за качеството на почвите се осъществява в две направления: съдържание на органично вещество и дифузно замърсяване. От всеки пункт се вземат почвени проби в две дълбочини: повърхностен (0-10/20 см съответно за необработваеми и обработваеми) и подповърхностен почвен слой (10-40 и 20-40 см съответно за необработваеми и обработваеми), като функция от почвения тип и земеделското използване. Вземането и изпитването на почвените проби се извършва в съответствие с унифицирани методи за осигуряване на съпоставимост на резултатите. Пробите са анализирани за съдържания на тежки метали и металоиди като основни замърсители за почвите, изведени във водещите документи на Европейски съюз: мед, цинк, олово, кадмий и арсен.

Изпълнителната агенция по околна среда е методичен ръководител, разработва и внедрява програмата, поддържа мониторинговата мрежа и базите данни, извършва оценка и анализ на състоянието на земите и почвите. Регионалните инспекции към Агенцията по околната среда поемат дейностите по мониторинга на регионално ниво.

Мониторингът на първо ниво осигурява данни за основни почвени параметри: органичен въглерод, общ азот, общ фосфор, рН и някои тежки метали и металоиди като олово, мед, цинк, кадмий и арсен. От 2005 г. се включват допълнителни показатели - хром, никел, общ въглерод, нитратен азот и обменна плътност. **Второто ниво** се състои от пунктове за мониторинг на регионални процеси, в т. ч. индустриално замърсяване, киселяване, засоляване, критични натоварвания и ерозия. Информацията се събира въз основа на Закона за опазване на околната среда и Правилника за работа на Изпълнителната агенция по околна среда. Базата данни съдържа измерени и изчислени стой-

ности, отразяващи състоянието на различни агропочвени групи и почвени различия от 70 мониторингови пункта.

Данните от наблюдения върху процесите на киселяване на почвените ресурси в страната през последните години показват трайна тенденция към неутрализиране на обменната киселинност, намаляване на стойностите на лесноподвижните алуминий и водород и задържане на степента на наситеност на постоянните сорбционни позиции в почвата до стойностите на насищане в обработваеми земи, при които няма интензивна проява на ерозионни процеси и не се извършва интензивно торене.

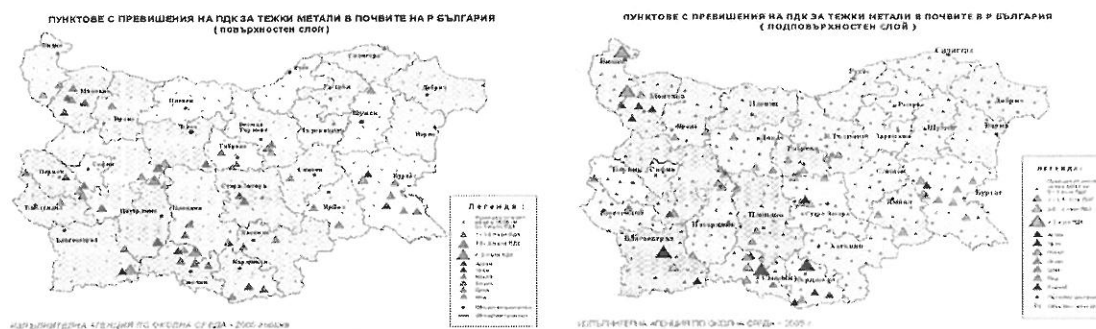
Единната европейска мониторингова система включва представителни места за всяка страна, които трябва да бъдат актуирани като контролни места в свързана международна мрежа във всички страни, и където е възможно да съвпадат или да бъдат адаптирани със съществуващи точки за мониторинг.

В България се провеждат системни мониторингови наблюдения на процесите в почвите, като оценката на резултатите включва следните основни елементи:

- оценка на текущото състояние на почвата и подпочвените води;
- оценка на изменението в степента на замърсяване на почвата за периода на наблюдението и статистически обоснована прогноза за развитието на процеса;
- оценка на влиянието на факторите на околната среда върху развитието на процеса на замърсяване.

Пунктовете, в които е установено превишаване на пределно допустимите концентрации в повърхностния и подповърхностния слой на почвата са показани на **фиг. 3, а и б** (Доклад на ИАОС, 2005; Илиева, 2008).

Статистическа оценка на резултатите за едно изследване през 2005 г. на района на юг от Пловдив е представена в **таблицы 1, 2 и 3** (Илиева, 2008). За тази оценка са използвани минималните, средните и максималните стойности за



Фиг. 3. а, б. Горещи точки от националната мрежа за почвен мониторинг на ИАОС (Доклад на ИАОС, 2005).

Таблица 1. Стойности на тежки метали и металоиди в повърхностния почвен слой на пунктовете от Национална мрежа за мониторинг 16 km X 16 km

Повърхностен слой	pH	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Pb, mg/kg	Cd, mg/kg	As, mg/kg
Минимални	4.62	3.82	14.30	3.07	0.03	0.04
Медиана	6.88	23.10	62.70	16.53	0.19	6.14
Средна стойност	6.84	29.58	63.49	20.48	0.26	8.88
Максимална	8.76	350.80	162.20	200.40	4.44	303.00

статистически анализ, както и медианата, която е представителна стойност за обхвата на 50% от масива данни.

Пределно допустимите концентрации на замърсителите в почвите са съдържания на вредно вещество, превишаването на което при определен вид земеползване води до риск за околната среда и човешкото здраве. Тези стойности са функция от почвената реакция и са регламентирани в законодателството

на страната. Резултатите от изпитванията на почвените проби показват превишаване на ПДК в 6,62% от пробите от първата дълбочина и в 5,4% от пробите от втората дълбочина (табл. 3). В някои пунктове са регистрирани превишения на ПДК на повече от един елемент. В едва 0,7% и 0,9% от резултатите пределно допустимите концентрации са превишени над два пъти. Идентичните резултати за двете дълбо-

Таблица 2. Стойности на тежки метали и металоиди в подповърхностния почвен слой на пунктовете от Национална мрежа за мониторинг 16 km X 16 km

Подповърхностен слой	pH	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Pb, mg/kg	Cd, mg/kg	As, mg/kg
Минимални	4.62	2.87	11.80	2.75	0.025	0.078
Медиана	6.91	22.90	61.80	16.60	0.190	6.000
Средна стойност	6.90	28.94	63.45	19.84	0.230	7.800
Максимална	8.93	371.00	213.78	202.37	1.100	163.210

Таблица 3. Брой пунктове с установени превишения на ПДК

	Cu, %	Zn, %	Pb, %	Cd, %	As, %
Повърхностен слой	0.98	3.20	2.30	1.10	1.60
Подповърхностен слой	0.99	2.50	1.30		1.90

чини са свидетелство за природен геохимичен фонд на елемента (табл. 3).

В нормативната уредба на страната няма референтни стойности за съдържания на въглерод, азот и фосфор в почвите. Тези съдържания могат да варират в широки граници и са функция от почвените видове, климатичните условия и типа и интензивността на земеползването. Оценяването на параметрите азот и фосфор за качество на почвите се свързва с оценка на годишните остатъчни количества на тези елементи в почвите. Тези количества са резултат от сложни и многообразни процеси и се изразяват в разликата от постъпилите количества при прилагането на минерални и животински торове, атмосферните отлагания, микробиологичната фиксация и др. и извличането на елементите с растителната продукция. Това определя пряката зависимост на съдържанията на азот и фосфор от типа земеползване и почвената киселинност. Разпределение на пунктовете от мрежата за почвен мони-

торинг според измерените стойности на съдържания на общ азот и общ фосфор са представени в **таблицы 4 и 5** (Илиева, 2008).

Съдържанието на органичен въглерод е параметър за количество органично вещество в почвите. При натрупване на данни от следващи мониторингови кампании ще има възможност да бъде направена сравнителна характеристика на резултатите и ще може да се оцени загубата на органично вещество, която е изведена като една от основните заплахи за почвите на европейско ниво.

В програмата за мониторинг от 2005 г. насам са включени и нови показатели за изпитване никел и хром от тежките метали. От всички утвърдени пунктове за почвен мониторинг са избрани и привързани към общоевропейската ЕМЕР мрежа 52 броя, за които почвените проби са изпитани и за живак, общ въглерод и някои органични съединения (полиароматни въглеводороди, полихлорни бифенили, хлорорганични пестициди).

Таблица 4. Разпределение на пунктовете от Националната мрежа за почвен мониторинг 16 km X 16 km в зависимост от съдържанията на общ азот в почвите

Съдържания на азот		n - брой пунктове		% от общия брой	
Класове	Диапазон, g/kg	I дълбочина	II дълбочина	I дълбочина	II дълбочина
Много ниско	? 0,981	41	59	10	15
Ниско	0,982 - 1,331	82	108	20	27
Средно	1,332 - 1,95	165	151	40	37
Високо	1,951 - 2,86	82	63	20	16
Много високо	? 2,861	40	24	10	6

Таблица 5. Разпределение на пунктовете от Националната мрежа за почвен мониторинг 16 km X 16 km в зависимост от съдържанията на общ фосфор в почвите

Съдържания на фосфор		n - брой пунктове		% от общия брой	
Класове	Диапазон, mg/kg	I дълбочина	II дълбочина	I дълбочина	II дълбочина
Много ниско	? 398,3	36	41	9	10
Ниско	398,4 - 533	80	81	20	20
Средно	533,1 - 924,2	156	161	38	40
Високо	924,3 - 1599,4	95	85	23	21
Много високо	? 1599,4	41	36	10	9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основата на анализ на опита на европейски страни се потвърждава правилността на подходите за изграждане на националната мрежа за почвен мониторинг и се предлага да се използват основни критерии за състоянието на почвите, характеризирани с минимален брой индикатори, които да могат да се оценяват с инструментални средства по сравними методики и със зададена точност на оценката.

През последните години се наблюдава тенденция към намаляване замърсяването на почвите. Това се отнася основно за земеделските земи и се дължи на недостатъчните средства на производителите в земеделието, което е условие за ограниченото ползване на пестициди и торове.

Литература

- Динев Н., В. Кутев, Н. Колев и др.** 2003. Преглед, оценка и предложение за реструктуриране на мрежата за почвен мониторинг в България, Отчет по Договор между МОСВ и ИП "Н. Пушкиров" №3450/2003, 122 стр.
- Доклад на ИАОС.** 2005. 126 стр.
- Захаринов, Б.** 1996. Организация на НАСЕМ цели, подходи и структура.
- Илиева, П.** 2008. Екологичен мониторинг за определяне на състоянието на почвените ресурси в Пловдивски регион, Дипл. работа, НБУ, 51 стр.
- Arrouays, D. et al.** 2008. A New Projection in France: A multi-institutional Soil Quality Monitoring Network. INRA, France.
- Frandsen, E. L. and H. Madsen-Breuning.** 1998. Second generation soil maps of Denmark a case study from Western Zealand, pp. 115-123.
- Freudenschus, A.** 2002. Austrian Experience in Soil Monitoring. FEAgency Austria.
- Huber, S., G. Prokop, D. Arrouays, G. Banko, R. J. A. Jones, M. G. Kibblewhite, W. Lexer, A. Moller, R. J. Rickson, T. Shishkov, M. Stephens, G. Toth, J. J. H. Van den Akker, G. Varallyay, F. G. A. Verheijen, A. R. Jones, N. Kolev et al.** 2008. Environmental Assessment of Soil for Monitoring Volume I: Indicators & Criteria, JRC Publications Office, EUR 23490 EN/1, 340 pp.
- Kolev, N., S. Russeva et al.** 2006. Soil Monitoring of Bulgaria Belgium Experience of "ECOLAS", 86 стр.
- Kolev, N.** 2007. Monitoring and management of Bulgarian soil resources. *Soil Science Journal of the Romanian Soil Science Society*, XLI, N1, 27-41.
- Morvan, X., N. Kolev et al.** 2007. Une analyse des strategies d'echantillonnage des reseaux de surveillance de la quate des soils en Europe, Etude et Gestion des Sols, Vol. 14, N4, 1-9.
- Shishkov, T., G. Georgieva, N. Kolev.** 2007. Soil Monitoring and the Framework of Bulgarian Policy for Environment Sustainability, Proceeding of the Int. Congress of ESCO, Palermo, Italy.
- Simota, C.** 2007. Romanian Pilot Area Report for Soil Monitoring, ENVASSO mats.